

THESIS

MUNICH

1965

SANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
100 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

Praktische Maßnahmen zur Verhütung
des Hospitalismus in der Operations-
abteilung mit besonderer Berücksichtigung
der Luftdesinfektion

von

RENATE LECKHARDT

München 1965



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. R. Zenker

PRAKTISCHE MASSNAHMEN ZUR VERHÜTUNG DES
HOSPITALISMUS IN DER OPERATIONSABTEILUNG
MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER
LUFTDESINFEKTION

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Renate Eckhardt

aus

Wernigerode/Harz

München

1965

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. M. Schmidt-Mende

Mitberichterstatter: Prof. Dr. R. Zenker

Dekan: Prof. Dr. R. Zenker

Tag der mündlichen Prüfung: 19. 10. 1965

Inhaltsverzeichnis

A. Literaturübersicht

1. Der Begriff des Hospitalismus
2. Ursachen des Hospitalismus
3. Quellen des Hospitalismus und allgemeine Bekämpfungsmaßnahmen
4. Besondere Maßnahmen zur Bekämpfung des Hospitalismus in Operationsabteilungen
 - a) die Patientenschleuse
 - b) die Personalschleuse
 - c) die Instrumentensterilisation
 - d) die Luftdesinfektion

B. Eigene Versuche zur Luftentkeimung

1. Versuchsanordnung
2. Angewendete Methoden zur Luftentkeimung
3. Statistische Auswertung
4. Versuchsergebnisse

C. Diskussion

D. Zusammenfassung

E. Literaturverzeichnis

A. Literaturübersicht

1. Der Begriff des Hospitalismus

In den letzten fünfzehn Jahren ist der Hospitalismus für Kliniker, Bakteriologen und Hygieniker wieder zu einem akuten Problem geworden.

Es werden darunter die infektiösen Erkrankungen verstanden, die im Zusammenhang mit einem Krankenhausaufenthalt auftreten. Dabei ist es grundsätzlich gleichgültig, ob diese Erkrankungen bereits während der Zeit der Hospitalisierung oder erst nach der Entlassung des Patienten manifest werden. Sie können nicht nur zu sehr unangenehmen Folgen für den einzelnen Patienten, sondern unter Umständen zu regelrechten Epidemien im Krankenhaus oder zu Familieninfektionen außerhalb des Spitals führen.

Nach W. K i k u t h und L. G r ü n unterscheidet man heute vier Varianten des Hospitalismus.

So besteht einmal die Möglichkeit, daß es bei einem infektfreien Patienten während des Krankenhausaufenthaltes zu einer Erstbesiedlung mit Keimen kommt, wobei man allerdings nur dann von einer Hospitalinfektion sprechen kann, wenn es sich dabei um einen sog. "Hauskeim" handelt.

Zum zweiten besteht die Möglichkeit einer Superinfektion, d. h. der "Hauskeim" wird einem bereits bestehenden Infekt aufgepfropft. Diese Superinfektion kann nun zum Krankheitsausbruch führen.

Drittens kann es zu einer Besiedlung eines bereits bestehenden Staphylokokkeninfekts mit der gleichen Keimart kommen, wobei der zweite Stamm aber andere biochemische oder serologische Eigenschaften bei gleicher Antibioticaresistenz aufweist.

Als letzte Möglichkeit bleibt noch die Besiedlung eines bereits bestehenden Staphylokokkeninfekts mit einem Stamm, der eine andere Antibioticaresistenz zeigt.

Eine Differenzierung dieser verschiedenen Varianten des Hospitalismus war erst durch den enormen Fortschritt der bakteriologischen Methodik zur exakten Unterscheidung der einzelnen Erreger und ihrer Resistenzbestimmung möglich.

So ist man heute in der Lage, die Bakterien nach verschiedenen Gesichtspunkten noch einmal in bestimmte Typen zu unterteilen, nämlich in morphologische und serologische, in Bio- und Lysotypen.

Morphologische Typen differenziert man auf Grund von Wachstumseigentümlichkeiten, serologische nach dem Antigenaufbau.

Nach fermentativ biochemischen Leistungen teilt man die verschiedenen Biotypen und nach dem Verhalten gegenüber spezifischen Test-Baktetiophagen die Lysotypen ein.

2. Ursachen des Hospitalismus

Mit Einführung der Antibiotica in die Therapie konnten so große Erfolge in der Prophylaxe und Beherrschung von Infektionen verzeichnet werden, daß im Vertrauen auf die Chemotherapie Antisepsis und Asepsis anscheinend in den Hintergrund treten konnten und sicher häufig vernachlässigt wurden.

Eine Ursache für die heute wieder gehäuft auftretenden Hospitalinfektionen ist die zunehmende Resistenzentwicklung der Bakterien gegenüber den Antibiotica.

Dank der modernen Narkose- und Operationstechnik können heute auch Patienten mit einer schweren Allgemeinerkrankung (Diabetes mellitus, Tuberkulose, Nephropathien, fortgeschrittenen Krebsleiden u. a.) viel häufiger operativ behandelt werden als früher. Diese Patienten sind infolge ihrer verminderten Abwehrkräfte besonders gefährdet, postoperativ an einer bakteriellen Infektion zu erkranken, wodurch sich die Zahl der Hospitalinfektionen erhöht.

Eine weitere Gefahr bildet die oft erhebliche Überbelegung von Krankenhäusern, die vor Jahren für eine weitaus kleinere Patientenzahl gebaut, bisher aber kaum vergrößert und mo-

dernisiert wurden und so den heutigen Ansprüchen nicht mehr genügen.

Alle Autoren, die sich mit dem Problem des Hospitalismus befassen, warnen eindringlich vor einem weiteren Antibiotika-mißbrauch und sehen die einzige Möglichkeit einer sinnvollen Bekämpfung des Hospitalismus in der konsequenten Durchführung einer allgemeinen Krankenhaushygiene.

Die in den chirurgischen Abteilungen im Zusammenhang mit Hospitalinfektionen besonders häufig auftretenden und daher am meisten gefürchteten Komplikationen sind die postoperativen Wundeiterungen, hervorgerufen durch den Plasma-koagulase-positiven Staphylokokkus aureus haemolyticus. Eine der bakteriologischen Eigenschaften dieses Staphylokokkus ist die Produktion eines Fermentes - die Koagulase - , durch welche das Plasma bestimmter Lebewesen zur Gerinnung gebracht wird. Außerdem hat er die Eigenschaft, ein goldgelbes Pigment zu bilden und auf Blutagarplatten Hämolyse hervorzurufen. Wie schon gesagt, sind die Wundeiterungen, d. h. die lokal entzündlichen Prozesse, die häufigste Reaktion des Körpers auf eine Infektion mit pathogenen Staphylokokken. Es kann aber auch zu septischen oder pyämischen Allgemeininfektionen kommen.

Bei Verdacht auf eine Staphylokokkeninfektion muß neben dem mikroskopischen und kulturellen Nachweis auf jeden Fall auch die Hämolysin- und Plasmakoagulasebildung und die Antibiotikaresistenz geprüft werden.

3. Quellen des Hospitalismus und allgemeine Bekämpfungs- maßnahmen

Allgemein werden heute drei Infektionsquellen für den Hospitalismus unterschieden:

1. der bestehende Wundinfekt
2. die sog. "Keimträger" oder "Carrier"
3. die Umgebungsbehaftung mit Staphylokokken

Die erstgenannte Infektionsquelle, d. h. die tatsächlich sichtbar Infizierten und damit klinisch Kranken unter Patienten und Personal müssen isoliert werden, um sie als Ausgangspunkt für weitere Infektionen auszuschalten.

Ein großes Problem bilden die "Keimträger" oder "Carrier". Diese beherbergen die Bakterien - meistens handelt es sich in einem Haus um den gleichen, fast immer antibioticaresistenten Stamm - an den Händen, Unterarmen und besonders im Nasen-Rachenraum, ohne manifest krank zu sein. Von ihnen werden ständig die Luft, Wäsche, Klinikkleidung und andere Gegenstände infiziert. In Krankenanstalten durchgeführte Reihenuntersuchungen ergaben, daß bis zu 80 % aller Angestellten Keimträger sein können. Voraussetzung, diesen Personenkreis erfassen zu können, sind die in gleichmäßigen Abständen durchgeführten bakteriologischen Kontrollen des gesamten Klinikpersonals.

Natürlich ist es unmöglich, jeden auf diese Weise gefundenen Keimträger aus dem Klinikbetrieb zu entlassen. Einen nachweislich die Asepsis des Operationssaales gefährdenden Keimträger wird man versetzen oder unter Umständen für einige Zeit beurlauben, da ein längerer Aufenthalt in frischer Luft, außerhalb des Klinikmilieus, oft zu einer weitgehenden Besserung führt.

In allen anderen Fällen muß man bemüht sein, eine Sanierung des Nasen-Rachenraums und der Haut einzuleiten.

W. S c h a a l empfiehlt dazu ein von Winter aus der Kapuzinerkresse entwickeltes Tromalyt-Inhalat, das besonders wirksam gegen Staphylokokkus aureus hämolyticus und

Escherichia coli ist. Nach anfänglicher Reizung der Schleimhäute, gelegentlich auch leichter Benommenheit, sei dieses Präparat gut verträglich. Nach der dritten Inhalation seien keinerlei Nebenerscheinungen mehr beobachtet worden.

W. H e i m führte eine Versuchsreihe mit paraffinhaltigem (nach Schaal) und eine zweite mit paraffinfreiem verbessertem Tromalyt-Inhalat durch, konnte aber die Erfolge von Schaal nicht bestätigen. Außerdem berichtet er über allergische Hautreaktionen, die im Zusammenhang mit der Inhalation aufgetreten sind. Ebenfalls zu empfehlen sind Munddesinfizientien und eine Sanierung der Nase durch Tetracyclin-haltige Salben oder solche, die 0,5 % Neomycin und 1 % Chlorhexidine enthalten. Außerdem muß natürlich ständig eine gründliche Händedesinfektion durchgeführt werden, auf die später noch eingegangen wird.

Die dritte Infektionsquelle - die Umgebungsbehaftung mit Staphylokokken - dürfte eigentlich im Operationssaal, für den eine vollständige Asepsis Voraussetzung ist, keine Rolle spielen. In bakteriologischen Untersuchungen konnte K a n z aber mit Hilfe von Abklatschversuchen auch an zahlreichen im Operationsraum befindlichen Gegenständen pathogene Keime nachweisen. So ist es auch hier erforderlich, ständig desinfizierende Maßnahmen durchzuführen.

Durch die sog. Scheuerdesinfektion von Boden, Wänden, Operations- und Instrumentiertischen, Hockern, Lampen usw. wird der auf ihnen befindliche Staub beseitigt. Besonders geeignet sind hierfür Grobdesinfektionsmittel auf der Basis chlorierter Phenole und Kresole, aktives Chlor und Formalin.

Durch die im Raum entstehende Bewegung befinden sich aber auch infektiöser Staub und Tröpfchen in der Luft, die, solange sie über dem Boden schweben, von der Scheuerdesinfektion nicht erfaßt werden. So wurde für besonders gefährdete Abteilungen (Operationssäle, geburtshilfliche und Frühgeborenenabteilungen) bereits seit längerer Zeit eine zusätzliche Luftdesinfektion vorgeschlagen, auf die später noch ausführlich eingegangen werden soll.

4. Besondere Maßnahmen zur Bekämpfung des Hospitalismus in Operationsabteilungen.

Um eine vollständige Asepsis im Operationssaal und damit die Grundlage für die Verhütung von Hospitalinfektionen in operativen Abteilungen zu schaffen, ist es unbedingt erforderlich, sämtliche Infektionswege von der Station zum Operationstrakt abzuschneiden.

Zu diesem Zweck wurde ein sog. Schleusenprinzip eingerichtet:

- a) die Patientenschleuse b) die Personalschleuse

Hinzu kommen noch:

- c) die Instrumentensterilisation d) die Luftdesinfektion

a) Die Patientenschleuse

Als wichtigstes Gebot gilt: das Stationsbett gehört nicht in den Operationssaal, da alle im Raum befindlichen mit keimhaltigem Staub bedeckten Gegenstände zu einer Infektionsquelle werden. Das gilt in erster Linie für die Bettgestelle, die Bettwäsche, die Wolldecken und Matratzen, mit denen der Kranke auf der Station in ständiger Berührung steht.

Allerdings sind in der letzten Zeit Maßnahmen zu einer erfolgreichen Desinfektion vorgeschlagen worden.

So rät G. L a n g zur Einrichtung einer Bettenzentrale, in der durch UV-Bestrahlung, Äthylengas- oder -dampfdesinfektion, durch Formalinverneblung oder Formalinspray eine laufende Desinfektion der Matratzen und Wolldecken durchgeführt werden soll. Außerdem wurde bakteriologisch wirksames Material zur Herstellung von Matratzen verwendet, z. B. Lastex-Schaumgummi der Metzeler-Gummiwerke AG., das Moltopren der Farbenfabrik Bayer-Leverkusen und andere. In den USA wird am meisten "Sanitized" verwendet.

Einen Ersatz für die schlecht desinfizierbaren Wolldecken sollen synthetische Fasern z. B. Diolen bilden.

Auch eine keimreduzierende Imprägnation der Bettwäsche und Klinikkleidung, die mit jedem Waschprozeß erneuert wird,

wurde vorgeschlagen, z. B. durch Incidin (Desowag) oder Lizuron (Schulke und Mayr).

Eine absolute Keimfreiheit konnte aber bisher nicht erreicht werden.

Daher wird der Patient bereits am Vorabend der Operation nach einem desinfizierenden Ganzkörperbad (z. B. Zephirol 2 %, Quartamon 2 %, Sagrotan 2 %, Satinasept 2 %) frisch gekleidet.

Am Operationstag wird der Patient dann in der sog. Umbett-schleuse (bedingt aseptischer Vorraum des Operationstraktes) von der Stations- auf die Operationstrage umgebettet. Er wird jetzt nur noch von dem Operationspersonal betreut. Das Stationspersonal darf den Operationstrakt nicht betreten.

Im Operationssaal folgt anschließend die Reinigung des Operationsgebietes mit Jod, Sepso oder Merfen. Zur Abdeckung gesunder und infektiöser Hautflächen sind antiseptische, atmungsaktive Plastikfolien geeignet.

b) Die Personalschleuse

Eine der besten Voraussetzungen den Operationssaal vor einer Keimbesiedlung zu schützen, wäre eine vollständige Trennung zwischen Stations- und Operationspersonal.

Wenn die operierenden Ärzte und Schwestern ausschließlich im aseptischen Milieu des Operationssaales arbeiten, werden sie sich selbstverständlich weniger der Gefahr aussetzen, zu "Carriern" zu werden und damit die Keimfreiheit dieses Traktes in Frage zu stellen.

Eine derartige Maßnahme wird sich im normalen Krankenhausbetrieb nicht durchführen lassen.

Daher ist die Einrichtung einer Personalschleuse erforderlich, in der sich jeder, bevor er den Operationssaal betritt, den gleichen strengen Regeln unterziehen muß. Das gilt für Operateure, Schwestern, Pfleger, das Reinigungspersonal und Gäste.

Die Maßnahmen sind folgende:

1. Bereits vor dem Eingang zur Schleuse werden die Hände einer "hygienischen Händedesinfektion" unterzogen. Hierfür kommt eines der von der Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie geprüften Präparate in Frage. Optimal wirken 80%iger Äthylalkohol, 60%iger Isopropylalkohol oder 80%iger n-Propylalkohol bei einer Anwendungszeit von 2 Minuten. Als Präparate auf alkoholischer Basis werden Rapidosept, H₅-Desinfiziens, Septical und Satinasept empfohlen. Ebenfalls zu verwenden sind quarternäre Ammoniumverbindungen (z. B. Quartamon, Zephirol.)

Günstig ist, wenn diese Desinfektionsmittel einem Wandspender entnommen werden, bei dessen Benutzung sich die Tür zum Operationstrakt automatisch öffnet. Auf diese Weise wird eine Berührung mit der Türklinke vermieden.
2. Jetzt wird die als infiziert geltende Stationskleidung abgelegt und nach einer eventuell erneuten Händedesinfektion die sterile Operationskleidung angezogen. Aus erzieherischen Gründen hat es sich bewährt, Operationskleidung farblich zu markieren, um einen Außenseiter sofort erkennen und aus dem Operationssaal weisen zu können. Auch die Schuhe müssen gewechselt werden, da gerade die Klinikschuhe durch keimhaltigen Staub stark infektiös verschmutzt sein können. Stoffschuhe als Überschuhe, die bis über das Fußgelenk reichen, sind besonders zu empfehlen.
3. Anschließend sollen Kopfbedeckung und Gesichtsmaske angelegt werden. Um eine Tröpfcheninfektion zu vermeiden, muß die Gesichtsmaske Mund und Nase vollständig bedecken und besonders seitlich dicht abschließen. Außerdem soll sie nicht länger als zwei Stunden getragen werden, da sie dann keimhaltig wird. Die in Amerika während der Operation getragenen Masken sind oft doppelt gearbeitet und haben in der Mitte ein Filter, in welchem sich bakterizide Substanzen befinden. Die Kopfbedeckung muß

das Haar vollständig und möglichst auch den oberen Teil der Stirn abdecken. Bei mehreren aufeinander folgenden Operationen müssen vor jedem Beginn diese beiden Teile in andere sterile ausgetauscht werden.

4. Es folgt die "chirurgische Händedesinfektion".

Dazu werden immer wieder neue Mittel empfohlen, die die Methode nach Fürbringer (10 Minuten Vorreinigung der Hände mit Seife und Bürste und eine anschließende 5-minutenlange Desinfektion mit Alkohol) ersetzen sollen. Nach den Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie wird von einem zur chirurgischen Händedesinfektion geeigneten Mittel gefordert, daß es innerhalb von 5 Minuten die Gesamtkeimzahl der Hand ebenso stark herabsetzt wie 80%iger Äthylalkohol.

Besonders empfohlen werden folgende Präparate:

Rapidosept (Bayer), Septical (Schulke und Mayr),
Satinazid (Mack, Illertissen), Ipitacid (Desowag).

Die wirksame Komponente dieser genannten Infektionsmittel sind Alkohole.

5. Zum Schluß ziehen die Operateure noch einen sterilen Operationskittel und die sterilen Gummihandschuhe an. Letztere müssen natürlich bei Beschädigung und eventuell während sehr lange dauernden Operationen gewechselt werden, da sie bei längerem Gebrauch durchlässig werden können.

c) Die Instrumentensterilisation

Eine weitere Möglichkeit für den Patienten, im Operationssaal infiziert zu werden, besteht bei Gebrauch von ungenügend gereinigten Instrumenten. Der Sterilisation chirurgischer Instrumente und Spritzen muß eine gründliche mechanische Reinigung (Entfernung von Blut und anderen Verschmutzungen) vorausgehen. Zu diesem Zweck wurde eine Reinigung durch Ultraschall ausprobiert.

Seit 1949 wird Äthylenoxyd für Sterilisationszwecke in Krankenhäusern verwendet. In der Chirurgischen Universitätsklinik München wird seit fast fünf Jahren nach dem Kaltsterilisationsverfahren von Gewalt und Lammers mit einem Sterilisationsgerät der Firma Sterivit, Mainz, gearbeitet. Mit diesem Gerät ist bei einem Druck von 5,5 atü und einer Arbeitstemperatur von 55 Grad Celsius nach 30 - 40 Minuten eine sichere Abtötung auch von Sporen und Viren zu erreichen.

Ein besonders schwieriges Problem war bisher die ausreichende Sterilisation der Narkosegeräte, da für Instrumente aus thermolabilen Kunststoffen eine Heißluftsterilisation nicht in Frage kommt. Es wurde versucht, diese nach vorhergehender mechanischer Reinigung durch Einlegen in 70%igen Alkohol, Formalin oder Sublimatlösung keimfrei zu machen. Auch das Einlegen der Geräte in eine 1%ige Ajatinlösung (Dimethyl-lauryl-ammoniumchloratum) für die Dauer von 20 Minuten wird beschrieben. Gerade für die Sterilisation von Narkosegeräten erwies sich das genannte Kaltsterilisationsgerät als sehr wertvoll.

d) Die Luftdesinfektion

Die Desinfektion der Luft soll eine Reduzierung der Gesamtkeimzahl bewirken, d. h. es sollen neben Eitererregern auch andere in der Luft schwebende Keime (z. B. Tetanus- und Gasbrandbazillen) abgetötet werden.

Die verschiedenen Möglichkeiten, eine Luftdesinfektion durchzuführen, bestehen in

1. der Vollklimatisierung
2. der Luftfiltration
3. der Anwendung desinfizierender Aerosole oder Dämpfe
4. der Anwendung von bakteriziden Strahlen.

An eine Vollklimatisierung ist beim Bau eines neuen Operationstraktes zu denken.

Da aber auch in den bereits bestehenden Operationsräumen eine Luftdesinfektion durchgeführt werden soll, kommen für diese

die übrigen drei Möglichkeiten in Betracht. Dabei ist durch die Anwendung desinfizierender Aerosole oder Dämpfe und bakterizider Strahlen eine Abtötung der Keime zu erreichen, während die Luftfiltration eine Entfernung der Keime aus der Raumluft bewirkt. Als zusätzliche Maßnahme wird dabei u. U. leichter Überdruck angewendet.

Mit Hilfe dieser genannten Methoden werden vorwiegend die im Augenblick der Desinfektion in der Luft schwebenden Keime erfaßt. Erreger, die sich bereits auf Gegenständen oder am Boden abgesetzt haben, werden durch diese Maßnahmen nicht sicher abgetötet.

Unter den chemischen Luftdesinfektionsmitteln kennt man wiederum fünf Hauptgruppen:

1. Oxydierende Mittel
2. Phenolische Körper
3. Ätherische Öle
4. Organische Säuren
5. Glykole und Glykolabkömmlinge

Um diese Stoffe überhaupt anwenden zu können, müssen sie mehrere Voraussetzungen erfüllen:

1. Ungiftigkeit
2. schnelle und nachhaltige Wirkung
3. Geruchs- und Geschmacksfreiheit
4. nicht brennbar und nicht explosierbar
5. weitgehende Unabhängigkeit von Staub- und Feuchtigkeitsgehalt der Luft
6. keine schädigende Wirkung gegenüber den im Raum befindlichen Gegenständen.

Außerdem muß eine gleichmäßige Verteilung des Stoffes im Raum und die Aufrechterhaltung einer bestimmten Konzentration erreicht werden.

Aus der Reihe der chemischen Desinfektionsmittel hat sich besonders die Glykol-Verdampfung bewährt. Glykole werden in der Industrie schon lange als Lösungsmittel verwendet. 1946 berichtete W. K i k u t h erstmalig in Deutschland über die Verwendung von Glykol zum Zwecke der Luftdesinfektion,

wofür besonders das Triäthylenglykol (TAG) mit der Formel $C_6H_{14}O_4$ geeignet ist. Die günstigste Anwendungsform des Triäthylenglykols zur Luftdesinfektion besteht in der Verdampfung, wobei nach W. K i k u t h und L. G r ü n schon wenige γ in 1 l Luft genügen, um einen großen Teil der in der Luft suspendierten Keime zu vernichten. Dabei werden auch gram-negative Stäbchen, säurefeste Mycobakterien und Virusarten in Tröpfchenform erfaßt.

Durch L. G r ü n wurde auch die Wirkung anderer Glykole erprobt (Äthylenglykol, Diäthylenglykol, Monomethyldiäthylenglykol, Propylenglykol). Die bakterizide Wirkung des Triäthylenglykols zum Zwecke der Luftdesinfektion wird jedoch von diesen Glykolen nicht erreicht. Das Monomethyldiäthylenglykol (MDG) ist zwar ebenfalls in der Lage, in Tröpfchenform schwebende Keime abzutöten und bietet außerdem den Vorteil einer nebelfreien Anwendung. Die anzuwendende Menge ist aber 10 - 15 mal größer als die des TAG, so daß mit der Möglichkeit einer Nierenschädigung gerechnet werden müßte.

Eine weitere wichtige Art der Luftdesinfektion ist die UV-Strahlung. Sie kann in verschiedenen Formen durchgeführt werden.

Als erste ist die d i r e k t e Bestrahlung zu nennen. Diese hat den Vorteil, daß durch Anbringen des Reflektors unmittelbar unter der Decke der ganze Raum durchstrahlt und dabei die größtmögliche Bakterienzahl getroffen wird. Der Nachteil der Methode besteht darin, daß eine derartige Luftdesinfektion während des Operierens wegen Erkrankungen des Personals an Conjunktividen und Erythemen nicht durchgeführt werden kann. Man muß sich also auf die operationsfreie Zeit und die Nacht beschränken.

Daher hat sich die i n d i r e k t e Bestrahlung mehr durchgesetzt. Bei dieser sind die UV-Lampen etwa 60 cm unter der Decke angebracht und die Strahlen nach oben gerichtet. Decke und Wände müssen mit einem Reflexionsschutz versehen sein. So können natürlich nur die Luftkeime erfaßt

werden, die sich im direkten Strahlengang befinden. Darum ist eine Luftumwälzung erforderlich. Nach Richtlinien des Council of Physical Therapy (USA) soll die Bestrahlungsstärke den Wert von $0,5 \text{ MW/cm}^2$ bei acht-stündigem Aufenthalt, bei 24-stündigem Aufenthalt $0,1 \text{ MW/cm}^2$ nicht überschreiten.

Neben der indirekten und direkten UV-Bestrahlung des ganzen Raumes gibt es noch die sog. UV-Schranke, die auch eine direkte Bestrahlung darstellt. Dabei wird die Lampe über der Eingangstür zum Operationstrakt angebracht und wirft ihre Strahlen nach unten. Die durch die Tür eintretende Luft muß auf diese Weise an der UV-Schranke vorbeiströmen, und so wird auf jeden Fall ein Teil der in der Luft enthaltenen Bakterien bereits an dieser Stelle von UV-Strahlen getroffen und abgetötet.

Da die UV-Bestrahlung einerseits, die TAG-Verdampfung andererseits, gute Erfolge hatte, ist bereits durch L. Grün eine kombinierte Form beider Methoden durchgeführt und geprüft worden.

B. Eigene Versuche zur Luftentkeimung

Es wird über eine Versuchsreihe zur Wirkungsweise verschiedener Luftdesinfektionsverfahren berichtet, die an der Chirurgischen Universitätsklinik München (Direktor Prof. Dr. R. Zenker) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Hygienisch-Bakteriologische Arbeitsverfahren der Frauenhofer-Gesellschaft e. V. München (Direktor Priv.-Doz. Dr. E. Kanz) durchgeführt wurde.

1. Versuchsanordnung

- a) An 25 Wochentagen (Montag mit Freitag) wurden in sieben Räumen der Operationsabteilung an 52 Stellen Sedimentationsplatten aufgestellt und den Luftkeimen ausgesetzt. Die Platten wurden stündlich zwischen acht und zwölf Uhr gewechselt (sog. Stundentomogramme) bzw. vier Stunden ohne Unterbrechung exponiert (sog. Tagestomogramme).
- b) Gleichzeitig wurde die durchschnittliche Personen-
zahl, die sich während der Operationen in den Räumen des Operationstraktes befanden,
- c) der Personenwechsel in dieser Zeit,
- d) die Anzahl der Operationswechsel
bestimmt.

Als Operationswechsel wurde jeweils der Beginn der Operationstätigkeit am Operationstag, der Neubeginn einer Operation nach einer vorhergegangenen und die Beendigung der Operationstätigkeit an diesem Tag gewertet.

Insgesamt wurden 1228 Sedimentationsplatten ausgezählt. Auf den Platten wurde

1. die Anzahl sämtlicher Keime,
2. die Anzahl der Staphylokokken unter der Gesamtkeimzahl,
3. die Anzahl der Koagulase-positiven Staphylokokken unter sämtlichen Staphylokokken bestimmt.

Die Platten wurden nach folgendem Plan aufgestellt:
(Grundriß des Operationstraktes S. 28)

Urologischer Operationssaal

- (1) Verbandwagen
- (2) Elektrokauter
- (3) Narkosetisch
- (4) Abstellplatte für sterile Instrumente
- (5) Wärmeschränk
- (6) Schränk

Waschraum und Blutbank

- (7) Bürstentisch
- (8) Abstelltisch für Blutkonserven
- (9) Schreibtisch für Blutbank
- (10) Kühlschrank für Blutbank
- (11) Schränk zwischen Blutbank und Waschraum

Umkleideraum

- (12) Schränk
- (13) Abstelltisch für Masken

Kleiner Operationssaal

- (14) Verbandwagen
- (15) unter Operationstisch
- (16) auf Narkoseapparat
- (17) auf Narkosetisch
- (18) Trommeln
- (19) Spritzentisch unten
- (20) Kochsalztisch
- (21) Absaugung
- (22) auf Boden und Trommeln
- (23) auf Sprechanlage

Sterilisationsraum

- (24) Nische
- (25) am Boden
- (26) neben Durchreiche
- (27) auf Trockenschrank
- (28) Boden neben Schrankautoklaven

Großer Operationssaal

- (29) Engström
- (30) Narkoseapparat
- (31) Narkosetisch
- (32) Elektrokauter
- (33) Verbandwagen
- (34) Narkosetisch
- (35) Absauger
- (36) Absauger
- (37) Schrank
- (38) Schrank neben Tür
- (39) Boden am Fenster
- (40) Boden Fensterecke
- (41) Boden
- (42) Boden

Herz-Operationssaal

- (43) Verbandwagen
- (44) Fernsehapparat
- (45) Fenster
- (46) Absauger
- (47) Narkoseapparat
- (48) Narkosetisch
- (49) EKG
- (50) Sprechanlage
- (51) Heizungs-nische
- (52) Fenster

Zusätzlich wurden einige Platten für die Testung von Tetanus und Gasbrand aufgestellt:

- (53) Operationstisch Herzoperationssaal
- (54) Fenster
- (55) Instrumentenabstelltisch Großer Operationssaal
- (56) am Boden Großer Operationssaal
- (57) unter Operationstisch Kleiner Operationssaal
- (58) unter Spritzentisch Kleiner Operationssaal

Bei der Auswertung der Keimzahlen auf den einzelnen Platten wurde folgende Raumverteilung berücksichtigt:

Wandständig: Platte: 1, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14,
18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27,
28, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43,
44, 45, 49, 50, 51 und 52

Zentral unbeweglich:

Platte: 7, 11 und 15

Zentral beweglich:

Platte: 2, 3, 16, 17, 20, 21, 29, 30, 31,
32, 33, 34, 35, 36, 46, 47 und 48

Außerdem wurde die Höhe über dem Boden berücksichtigt, die die aufgestellte Platte einnahm:

Boden: Platte: 15, 22, 25, 28, 39, 40, 41 und 42

über dem Boden:

40 cm : Platte : 19, 21, 35, 36 und 46

50 cm : Platte : 13

80 cm : Platte : 2, 3, 7, 8, 9, 17, 29, 31, 32, 34, 45,
48, 51 und 52

90 cm : Platte : 14, 16, 30, 47

100 cm : Platte : 24, 49

110 cm : Platte : 1, 4, 18, 20, 33 und 43

130 cm : Platte : 26

140 cm : Platte : 10

über dem Boden:

160 cm : Platte : 23
170 cm : Platte : 5
180 cm : Platte : 6, 44 und 5
190 cm : Platte : 37 und 38
200 cm : Platte : 11, 12 und 27

2. Angewendete Methoden zur Luftentkeimung

Bei stets gleichbleibender Versuchsanordnung kamen folgende Verfahren der Luftentkeimung zur Anwendung:

1. Die indirekte UV-Bestrahlung
2. Die direkte UV-Bestrahlung
3. Die direkte UV-Bestrahlung mit gleichzeitiger Glykolverdampfung Stufe 3
4. Die direkte UV-Bestrahlung mit gleichzeitiger Glykolverdampfung Stufe 5
5. Die direkte UV-Bestrahlung mit gleichzeitiger Ozonidverdampfung.

Die zuletzt genannte Art der Luftdesinfektion (UV-Bestrahlung und zusätzliche Ozonidverdampfung) wurde lediglich aus Versuchsgründen durchgeführt, eine praktische Anwendung dieses Verfahrens ist bisher nicht möglich, da die pharmakologischen Testungen noch nicht abgeschlossen sind.

Zur Kontrolle wurde zu Beginn und am Ende der Versuchsserie ein Leerversuch durchgeführt, d. h. die Platten wurden den Keimen ohne Anwendung einer der genannten Luftdesinfektionsmaßnahmen ausgesetzt.

Zur UV-Bestrahlung wurden die Entkeimungsgeräte "Sterisol" der Quarzlampen Gesellschaft m. b. H., Hanau, benutzt. Die Triäthylenglykolverdampfung wurde mit dem von der Firma Dr. Grub K.-G., Neuß/Rh., hergestellten Glykolverdampfer "Tatex" durchgeführt. Mit diesem wird ein hochbakterizides Triäthylenglykol (TAT) verdampft. Das Gerät ist auf fünf verschiedene Stufen einstellbar, wodurch sich die

Menge des pro Zeiteinheit verdampfenden TAT leicht regulieren läßt. Es entsteht keine störende Nebelbildung, da der sich entwickelnde Glykoldampf so gering ist (in 1 Stunde ca. 1 cm^3), daß er nicht sichtbar ist.

Die Verdampfungstemperatur beträgt 55° und ist thermostatisch geregelt.

Bei höherer Temperatur kann sich das giftige Acrolein bilden.

3. Statistische Auswertung

Hier sei vor allem Herrn Dr. Ulrich, dem Leiter des Rechenzentrums der Technischen Hochschule München gedankt, der durch sein freundliches Entgegenkommen die rechnerische Auswertung der Versuchsergebnisse auf dem Elektronenrechner PERM ermöglichte.

Für diese Auswertung mußten die ausgezählten Keimzahlwerte auf je eine Lochkarte zusammen mit den zugehörigen Werten (Plattennummer, Abnahmetag, Versuchsbedingungen, Bewegung im Operationssaal, Plattenhöhe und Plattenstand) gebracht werden.

Die Abhängigkeit der Keimzahlen von den einzelnen unabhängigen Variablen wurde mit der Varianzanalyse geprüft, soweit es sich bei den unabhängigen Variablen um qualitative Werte handelte (Versuchsbedingung, Wochentag, Plattenstand, Plattenhöhe). Bei den quantitativen Werten (Personenzahl, Operations- und Personenwechsel) wurde mit der Regressionsanalyse vorgegangen.

Die Auswertung erfolgte mit dem ALGOL-Programm von Herrn Dr. Stöhr, der auch bei der Interpretation der Rechenergebnisse behilflich war. Auch ihm sei an dieser Stelle für seine freundliche Hilfe herzlich gedankt.

Die errechneten statistischen Zahlen sind bei den einzelnen Tabellen mit angeführt.

4. Versuchsergebnisse

Das Ziel der Versuche war, folgende Punkte zu überprüfen:

1. Die Gesamtkeimzahl in den einzelnen Räumen des Operationstraktes ohne Berücksichtigung der Luftdesinfektion (sog. Leerversuch).
2. Die Abhängigkeit der Gesamtkeimzahl von den verschiedenen Arten der Luftdesinfektion (UV-Bestrahlung indirekt, UV-Bestrahlung direkt, UV-Bestrahlung und Glykolverdampfung Stufe 3, UV-Bestrahlung und Glykolverdampfung Stufe 5, UV-Bestrahlung und Ozonidverneblung).
3. Die Abhängigkeit der Staphylokokkenzahl von den verschiedenen Arten der Luftdesinfektion.
4. Die Abhängigkeit der Gesamtkeimzahl von den drei Größen: Operationswechsel, Personenwechsel und anwesende Personen (ohne Berücksichtigung der Luftdesinfektion).
5. Die Abhängigkeit der Gesamtkeimzahl von verschiedenen Höhen über dem Fußboden.
6. Die Abhängigkeit der Gesamtkeimzahl vom Standort der Platten im Operationssaal (Zentrum und Peripherie)
7. Die Gesamtkeimzahl während der vierstündigen Operationszeit ohne und mit Luftdesinfektion

Um eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse der genannten sieben Versuchsziele zu erhalten, werden sie nachfolgend in Tabellen- und Kurvenform aufgeführt.

Tabelle 1 Zahl der Luftkeime in den einzelnen Räumen des Operationstraktes ohne Berücksichtigung der Luftdesinfektion

<u>Ort der Messung</u>	<u>Mittelwerte d. Gesamtkeime</u>
1. Eingang und Umkleideraum	651,4
2. Kleiner Op.-Saal, Durchgang	421,7
3. Sterilisationsraum, Durchg.	402,9
4. Waschraum und Blutbank	350,0
5. Großer Operationssaal	294,1
6. Herzoperationssaal	275,7
7. Urologischer Operationssaal	266,9

Statistische Auswertung:

Der Unterschied der Meßgrößen im 1. Raum gegenüber Raum 2, 3 und 4, sowie der Räume 2, 3 und 4 gegenüber Raum 5, 6 und 7 wurde durch Varianzanalyse gesichert mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 1 %. Die F-Testgröße beträgt für den 1. Unterschied $F = 3,65$ und für den zweiten $F = 5,28$ mit $n_1 = 6$ und $n_2 = 901$. Die zugehörige Größe ist $F_{0,01} = 2,8$ und $F_{0,001} = 3,8$.

Ergebnis:

Die Gesamtkeimzahlen sind in den Räumen, in denen die meiste Bewegung herrscht und die zentral liegen (Eingang, Durchgang) am höchsten, während sie in den Räumen, die peripher im Operationstrakt liegen und weniger begangen sind, am niedrigsten sind. Die Verteilung der Staphylokokken entspricht nicht der Verteilung der Gesamtkeimzahl. Ihre Beimischung in der Luft ist also von anderen Faktoren abhängig.

Tabelle 2 Wirkung der verschiedenen Arten der Luftdesinfektion auf die Zahl der Luftkeime in sämtlichen Räumen des Operationstraktes

<u>Art der Luftdesinfektion</u>	<u>Mittelwerte d. Gesamtkeime</u>
1. Kontrollversuch ohne Maßn.	371,4
2. UV-Bestrahlung indirekt	338,9
3. UV-Bestrahlung direkt	296,5
4. UV u. Glykolverdampfung Stufe 3	280,2
5. UV u. Glykolverdampfung Stufe 5	208,2
6. UV u. Ozonidverneblung	81,4

Statistische Auswertung:

Der Unterschied der Werte bei den verschiedenen Maßnahmen wurde mit Varianzanalyse geprüft. Der Unterschied zwischen Kontrollversuch und UV-Bestrahlung indirekt kann auf Zufall beruhen. Der Unterschied der übrigen Maßnahmen gegenüber dem Kontrollversuch ist gesichert und zwar für die direkte UV-Bestrahlung mit $< 5 \%$, für die übrigen mit weniger als $0,1 \%$ Irrtumswahrscheinlichkeit. Die F-Testgröße für den Unterschied der Maßnahmen gegenüber dem Kontrollversuch ist (in Reihenfolge der Tabelle) 0,78; 8,26; 7,55 und 5,2 mit $n_1 = 7,0$ und $n_2 = 9,82$. Die zugehörige Größe $F_{0,001} = 3,7$ und $F_{0,05} = 2,1$. Der Unterschied zwischen der UV-Bestrahlung allein und der UV-Bestrahlung mit Glykolverdampfung ist ebenfalls mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $< 0,1 \%$ gesichert, $F = 4,41$ mit den gleichen Freiheitsgraden.

Ergebnis:

Die Tabelle zeigt die Überlegenheit der Kombination von UV-Bestrahlung mit Glykolverdampfung zur Luftdesinfektion in Operationsräumen.

Tabelle 3 Abhängigkeit der Staphylokokkenzahl von den verschiedenen Arten der Luftdesinfektion

<u>Art der Luftdesinfektion</u>	<u>Durchschnittl. Plattenbefall</u>
1. Leerversuch	0,72
2. UV-Bestrahlung indirekt	0,36
3. UV-Bestrahlung direkt	0,27
4. UV u. Glykolverdampfung	0,16

Statistische Auswertung:

Der Unterschied ist durch Varianzanalyse mit weniger als 0,5 % Irrtumswahrscheinlichkeit gesichert.

Ergebnis:

Bei Ermittlung des durchschnittlichen Plattenbefalls mit Staphylokokken zeigt sich ein deutlicher Unterschied der Keimzahl zwischen Leerversuch und den verschiedenen Maßnahmen zur Luftentkeimung, wobei die UV-Bestrahlung und gleichzeitige Glykolverdampfung die Keimzahl am stärksten reduziert. Dieser Unterschied konnte jedoch nur für die Gesamtstaphylokokkenzahl, nicht aber für die koagulasepositiven Staphylokokken gefunden werden. Wir nehmen an, daß durch Nebeneinschleppung von koagulasepositiven Staphylokokken während der Versuchszeit (durch Personal, Patienten oder Gegenstände) die Wirkung der Luftentkeimung verschleiert wurde. Daß die Anzahl der koagulasepositiven Staphylokokken in der Luft nicht in unmittelbarem Zusammenhang zur Gesamtkeimzahl der Luft steht, wurde auch dadurch deutlich, daß bei der Korrelationsanalyse zwischen Gesamtkeimzahl und positiver Staphylokokkenzahl kein Zusammenhang nachgewiesen werden konnte.

Tabelle 4 Abhängigkeit der Gesamtkeimzahl von den drei Größen: Operationswechsel, Personenwechsel und anwesende Personen

Ort der Messung	Mittelwert d. Luftkeime	Additive Kombinationszahl aus den genannten 3 Größen
1. Großer Op.Saal	294,1	41,0
2. Herzop. Saal	275,7	37,6
3. Urolog. Op.Saal	266,9	25,1

Lokalisation: Großer Operationssaal

	1. des Operationswechsels	3,3
Mittelwerte:	2. des Personenwechsels	25,7
	3. der Personenzahl	12,0

Lokalisation: Herzoperationssaal

	1. des Operationswechsels	1,4
Mittelwerte:	2. des Personenwechsels	25,6
	3. der Personenzahl	10,6

Lokalisation: Urologischer Operationssaal

	1. des Operationswechsels	5,9
Mittelwerte:	2. des Personenwechsels	17,4
	3. der Personenzahl	1,8

Statistische Auswertung:

Der Einfluß der drei Größen (Operationswechsel, Personenwechsel und Personenzahl) auf die Gesamtkeimzahl wurde mit

dem multiplen Korrelationskoeffizienten geprüft. Danach kann eine signifikante Abhängigkeit mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,5 % behauptet werden.

Bei der drei-wöchigen Versuchsserie beträgt der multiple Korrelationskoeffizient $r = 0,145$ und die dazugehörige F-Testgröße $F = 5,06$ mit $n_1 = 3$ und $n_2 = 706$ (zugehöriges $F_{0,005} = 4,28$); bei der ein-wöchigen Versuchsserie ist $r = 0,318$ und $F = 13,9$ für $n_1 = 3$ und $n_2 = 369$.

Ergebnis:

Die Höhe der Gesamtkeimzahl in den einzelnen Operationsräumen steht in einem abhängigen Verhältnis zu der in den verschiedenen Räumen herrschenden Unruhe, die durch den Operations- und Personenwechsel und die Zahl der jeweils anwesenden Personen bedingt ist.

Tabelle 5 Die Gesamtkeimzahl in verschiedenen Höhen über dem Fußboden

<u>Abstand vom Boden</u>	<u>Gesamtluftkeimzahl</u>
1. 0 bis 50 cm	380
2. 50 bis 100 cm	306
3. 100 bis 150 cm	327
4. 150 bis 200 cm	295

Statistische Auswertung:

Auf Grund der Varianzanalyse beruht der Unterschied zwischen den Plattenhöhen nicht auf Zufall. Die Irrtumswahrscheinlichkeit ist kleiner als 5 %.

Ergebnis:

Die Gesamtkeimzahl nimmt mit dem Abstand vom Boden statistisch nachweisbar ab.

- - - - -

Tabelle 6 Gesamtkeimzahl auf den zentral und den wandständig aufgestellten Platten.

<u>Stand der Platten</u>	<u>Durchschnittl. Gesamtkeimzahl</u>
1. zentral	322
2. wandständig	308

Ein Unterschied konnte statistisch nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 7 Luftkeimzahl während der vierstündigen Operationszeit ohne und mit Luftdesinfektion bei jeweils einstündiger Exponierung der Platten

- a) Luftkeimzahl in den Operations-Räumen ohne Luftdesinfektion (200 Messungen)

<u>Uhrzeit</u>	<u>Keimzahl</u>
9 Uhr	151,5
10 Uhr	87,6
11 Uhr	111,4
12 Uhr	117,0

- b) Luftkeimzahl in den Operations-Räumen mit Luftdesinfektion durch UV-Bestrahlung (134 Messungen)

<u>Uhrzeit</u>	<u>Keimzahl</u>
9 Uhr	112,4
10 Uhr	99,3
11 Uhr	86,6
12 Uhr	79,9

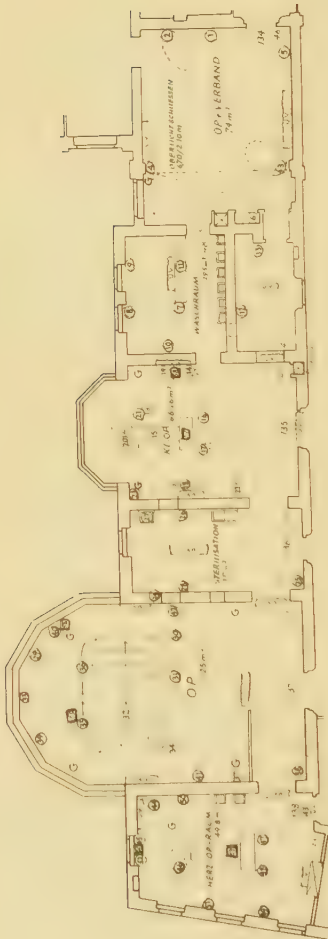
Statistische Auswertung:

Der Unterschied zwischen dem 9- und 10-Uhr-Wert gegenüber dem 11- und 12-Uhr-Wert ist durch Varianzanalyse bei der Messung mit Luftdesinfektion mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,5 % gesichert (errechnete F-Testgröße $F = 10,3$ während $F_{0,001}$ mit $n_1 = 3$ und $n_2 = 120$ gleich 5,793 ist). Dagegen könnte dieser Unterschied bei der Messung ohne Luftdesinfektion auf Zufall beruhen (errechnete F-Testgröße $F = 0,457$ während $F_{0,5}$ mit $n_1 = 120$ gleich 2,68 ist.) Der Unterschied des 11-Uhr- wie des 12-Uhr-Wertes zwischen Messungen ohne und mit Luftdesinfektion ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,1 % gesichert (Abweichung $0 = 5,23$ bzw. 7,86).

Ergebnis:

Es wird deutlich, daß es bei der Durchführung von Luftdesinfektionsmaßnahmen zu einer kontinuierlichen Abnahme der Gesamtkeimzahl im Laufe eines Operationsvormittags kommt im Gegensatz zu den Operationsvormittagen (jeweils von 8 bis 12 Uhr) ohne Luftentkeimung.

Grundriß des Operationstraktes



UV = Ultravioletstrahler

G = Glycolverdampfer

Rote Kreise = Platten zur Testung von Staphylokokken

Schwarze Kästchen = Platten zur Testung von Tetanus- und Gasbrandbazillen

Histogramm 1

Zahl der Luftkeime in den einzelnen Räumen des Operationstraktes ohne Berücksichtigung der Luftdesinfektion



- 1 = Eingang und Umkleideraum
- 2 = Kleiner Operationssaal, Durchgang
- 3 = Sterilisationsraum, Durchgang
- 4 = Waschraum und Blutbank
- 5 = Großer Operationssaal
- 6 = Herzoperationssaal
- 7 = Urologischer Operationssaal

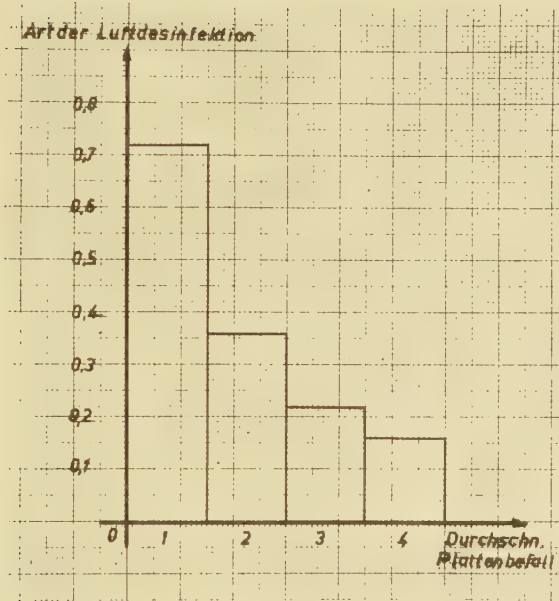
Histogramm 2

Wirkung der verschiedenen Arten der Luftdesinfektion
auf die Zahl der Luftkeime in sämtlichen Räumen des
Operationstraktes



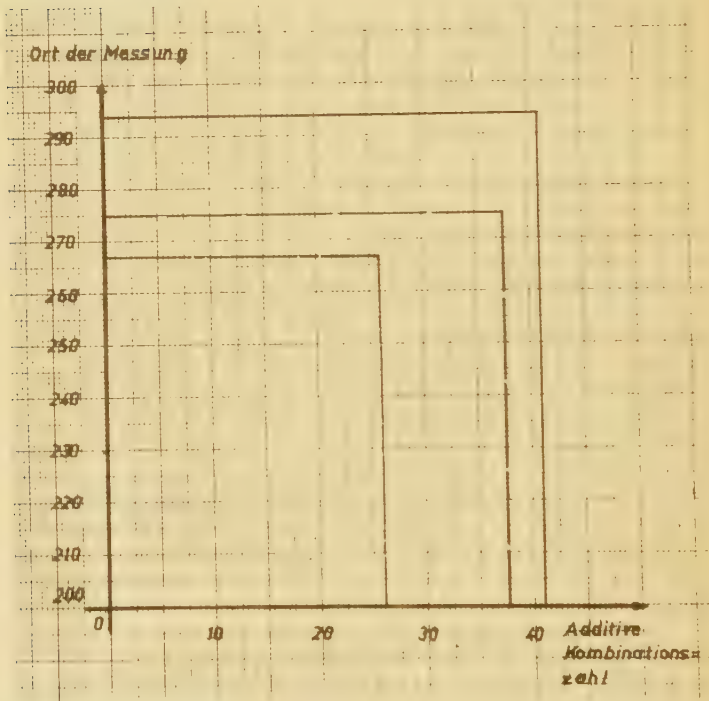
- 1 = Kontrollversuch ohne Maßnahmen
- 2 = UV-Bestrahlung indirekt
- 3 = UV-Bestrahlung direkt
- 4 = UV und Glykolverdampfung, Stufe 3
- 5 = UV und Glykolverdampfung, Stufe 5
- 6 = UV und Ozonidverneblung

Histogramm 3 Abhängigkeit der Staphylokokkenzahl von den
verschiedenen Arten der Luftdesinfektion



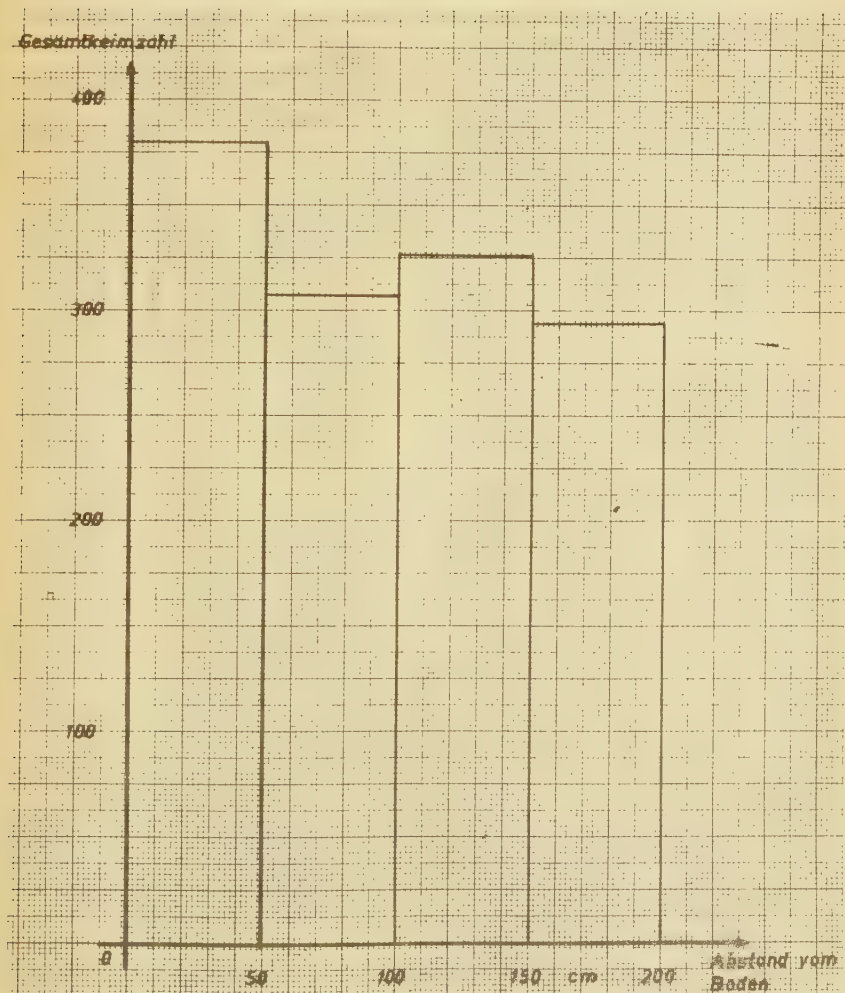
- 1 = Leerversuch
- 2 = UV-Bestrahlung indirekt
- 3 = UV-Bestrahlung direkt
- 4 = UV und Glykolverdampfung

Histogramm 4 Abhängigkeit der Gesamtkeimzahl von den drei
Größen: Operationswechsel, Personenwechsel
und anwesende Personen

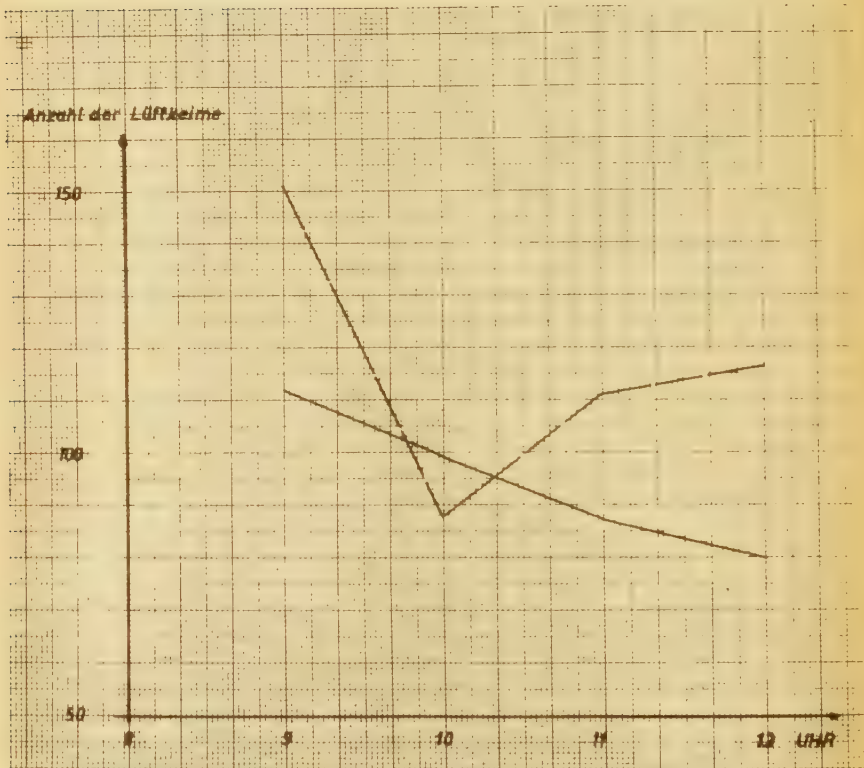


_____ Großer Operationssaal
- - - - - Herzoperationssaal
- . - . - Urologischer Operationssaal

Histogramm 5 Gesamtkeimzahl in verschiedenen Höhen über
dem Fußboden



Kurve 1 Luftkeimzahl während der vierstündigen Operationszeit ohne und mit Luftdesinfektion



_____ Luftkeimzahl o h n e Desinfektion
_____ Luftkeimzahl m i t Desinfektion

C. Diskussion

Zur Diskussion stehen folgende Fragen:

1. Lassen die ermittelten Ergebnisse die Forderung nach einer Desinfektion der Luft in Operationsabteilungen berechtigt erscheinen?

Zur Kontrolle wurde zunächst die Gesamtkeimzahl ohne vorausgehende Luftdesinfektion bestimmt. Dabei ergab sich ein Mittelwert von 371,4.

Anschließend wurde die Gesamtkeimzahl nach vorausgegangener Luftdesinfektion durch indirekte und direkte UV-Bestrahlung und durch UV-Bestrahlung bei gleichzeitiger Glykolverdampfung in verschiedenen Stufen des Glykolverdampfers "Tatex" der Firma Dr. Grün, Neuss, ermittelt. Dabei ergab sich ein Mittelwert der Gesamtkeimzahl bei UV-Bestrahlung und gleichzeitiger Glykolverdampfung auf Stufe 5 von 208,2. Dieses Ergebnis gilt als statistisch gesichert. Auch bei den anderen genannten Luftdesinfektionsmaßnahmen sind die Mittelwerte der Gesamtkeimzahl deutlich reduziert im Vergleich zu den Kontrollversuchen ohne Maßnahmen.

Auch bei Ermittlung des durchschnittlichen Plattenbefalls mit Staphylokokken zeigt sich ein deutlicher Unterschied der Keimzahl zwischen dem Kontrollversuch und den verschiedenen Maßnahmen zur Luftdesinfektion, wobei die UV-Bestrahlung und gleichzeitige Glykolverdampfung die Keimzahl am stärksten reduziert.

Weiter wurde die Luftkeimzahl während der vierstündigen Operationszeit ohne und mit Luftdesinfektion bei jeweils einstündiger Exponierung der Platten bestimmt. Es ließ sich bei Durchführung von Luftdesinfektionsmaßnahmen eine kontinuierliche Abnahme der Gesamtkeimzahl im Gegensatz zur gleichen Operationszeit, in der keine Luftentkeimung vorgenom-

men wurde, feststellen.

Da es in allen genannten Versuchen zu einer deutlich und statistisch gesicherten Keimreduzierung der Luft in sämtlichen Räumen des Operationstraktes kam, erscheint die Forderung nach einer ständigen Luftdesinfektion in Operationsabteilungen berechtigt. Die Entwicklung und Erprobung wirksamerer Mittel und Anwendungsmethoden ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Aus Versuchsgründen wurde an der Chirurgischen Universitätsklinik München die UV-Bestrahlung bei gleichzeitiger Ozonidverneblung durchgeführt. Während beim Kontrollversuch ohne Maßnahmen ein Mittelwert der Gesamtkeimzahl von 371,4, durch UV-Bestrahlung bei gleichzeitiger Glykolverdampfung Stufe 5 ein Mittelwert von 208,2 errechnet wurde, konnte durch die UV-Bestrahlung bei gleichzeitiger Ozonidverneblung der Mittelwert der Gesamtkeimzahl auf 81,4 reduziert werden. Die praktische Anwendung dieser Methode ist z. Zt. nicht möglich, da die pharmakologisch-toxikologischen Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind.

2. Ist die Luftdesinfektion allein ausreichend, um die Keimzahl in Operationsabteilungen zu senken oder ist sie nur als eine zusätzliche Maßnahme zu betrachten?

Die Ermittlung der Zahl der Luftkeime in den einzelnen Räumen des Operationstraktes ohne Berücksichtigung der Luftdesinfektion hatte folgendes Ergebnis:

Die Gesamtkeimzahlen sind in den Räumen, in denen die meiste Bewegung herrscht und die zentral liegen, am höchsten, während sie in den Räumen, die peripher im Operationstrakt liegen und weniger begangen sind, am niedrigsten sind.

Weiter wurde in den drei großen Operationssälen (Großer Operationssaal, Herzoperationssaal, Urologischer Operationssaal) ein Vergleich zwischen Operationswechsel, Personenwechsel und anwesenden Personen angestellt. Dabei ergab sich: Die Höhe der Gesamtkeimzahl in den einzelnen Operationsräumen steht in einem abhängigen Verhältnis zu der in den verschiedenen Räumen herrschenden Unruhe, die durch den Operations- und Personenwechsel und die Zahl der jeweils anwesenden Personen bedingt ist.

Beim Vergleich der Gesamtkeimzahl von verschiedenen Höhen über dem Fußboden konnte folgendes Ergebnis ermittelt werden:

Die Gesamtkeimzahl nimmt mit dem Abstand vom Boden statistisch nachweisbar ab.

Es wird deutlich, daß die jeweils herrschende Luftkeimzahl im Raum von verschiedenen Faktoren abhängig ist. An erster Stelle steht die im Raum herrschende Bewegung und Unruhe, die durch die anwesenden Personen hervorgerufen wird. Deren Bedeutung für die Verbreitung des Hospitalismus als sog. "Keimträger" oder "Carrier" ist bereits erwähnt worden. Die in der Luft schwebenden Tröpfchen oder Staubeilchen werden, sobald sie sich am Boden oder an Gegenständen niedergeschlagen haben, von der Luftdesinfektion nicht mehr erfaßt. Diese Keime können erneut aufgewirbelt werden. Diese Gefahr ist

um so größer, je stärker die Unruhe im Raum ist. Die anwesende Personenzahl im Operationssaal muß also auf ein Mindestmaß beschränkt sein. Weiterhin ist die Einrichtung einer Personen- und Patientenschleuse zur Verhinderung der Keimeinschleppung in den Operationstrakt in jeder Operationsabteilung dringend erforderlich. Wird außerdem eine sorgfältige Scheuerdesinfektion und Instrumentensterilisation durchgeführt, so werden bei zusätzlicher Desinfektion der Luft weitgehend aseptische Verhältnisse im Operationssaal hergestellt.

Demnach ist die Desinfektion der Luft als isolierte Maßnahme zur Bekämpfung des Hospitalismus in operativen Abteilungen nicht ausreichend; als eine zusätzliche Einrichtung ist sie in jedem modernen Operationssaal unerlässlich.

D. Zusammenfassung

Die an der Chirurgischen Universitätsklinik München in Zusammenarbeit mit dem Institut für Hygienisch-Bakteriologische Arbeitsverfahren der Frauenhofer-Gesellschaft e. V. München durchgeführten Versuche zur Luftdesinfektion in Operationsabteilungen hatten die Bestimmung folgender Größen zum Ziele:

1. Die Gesamtkeimzahl in den einzelnen Räumen des Operationstraktes ohne Berücksichtigung der Luftdesinfektion (sog. Leerversuch).
2. Die Abhängigkeit der Gesamtkeimzahl von den verschiedenen Arten der Luftdesinfektion (UV-Bestrahlung indirekt, UV-Bestrahlung direkt, UV-Bestrahlung und Glykolverdampfung Stufe 3, UV-Bestrahlung und Glykolverdampfung Stufe 5, UV-Bestrahlung und Ozonidverneblung).
3. Die Abhängigkeit der Staphylokokkenzahl von den verschiedenen Arten Luftdesinfektion.
4. Die Abhängigkeit der Gesamtkeimzahl von den drei Größen Operationswechsel, Personenwechsel und anwesende Personen (ohne Berücksichtigung der Luftdesinfektion).
5. Die Abhängigkeit der Gesamtkeimzahl von verschiedenen Höhen über dem Fußboden.
6. Die Abhängigkeit der Gesamtkeimzahl vom Standort der Platten im Operationssaal (Zentrum und Peripherie).
7. Die Gesamtkeimzahl während der vierstündigen Operationszeit ohne und mit Luftdesinfektion.

Es konnten folgende Ergebnisse ermittelt werden:

1. Die Gesamtkeimzahl in der Luft ist in den Räumen, in denen die meiste Bewegung herrscht und die zentral liegen am größten, während sie in den Räumen, die peripher im Operationstrakt liegen und weniger begangen sind, am niedrigsten ist.
2. Die Kombination von UV-Bestrahlung mit gleichzeitiger Glykolverdampfung zur Luftentkeimung ist der einfachen direkten und indirekten UV-Bestrahlung überlegen. Zwar zeigt die kombinierte UV-Bestrahlung mit gleichzeitiger Ozonidverneblung die größte Keimreduzierung, dieses Verfahren ist jedoch pharmakologisch noch nicht ausreichend überprüft und kann daher noch nicht zur routinemäßigen Anwendung kommen.
3. Auch die Gesamtzahl der Staphylokokken in der Luft wird durch die kombinierte UV-Bestrahlung und Glykogenverdampfung am stärksten reduziert.
4. Die Höhe der Gesamtluftkeimzahl in den einzelnen Operationsräumen steht in einem abhängigen Verhältnis zu der in den verschiedenen Räumen herrschenden Unruhe, die durch den Operations- und Personenwechsel und die jeweils anwesenden Personen bedingt ist.
5. Die Gesamtluftkeimzahl nimmt mit dem Abstand vom Fußboden deutlich ab.
6. Eine Abhängigkeit der Gesamtkeimzahl vom Standort der Platten im Operationssaal (Zentrum und Peripherie) konnte statistisch nicht nachgewiesen werden.
7. Bei jeweils gleich langer Operationszeit (8 bis 12 Uhr) kommt es bei der Anwendung von Luftdesinfektionsmaßnahmen zu einer kontinuierlichen Abnahme der Gesamtkeimzahl im Gegensatz zu Versuchen, in denen eine Luftdesinfektion nicht vorgenommen wird.

Sämtliche Angaben sind statistisch gesichert und wurden mit der Varianzanalyse bzw. Regressionsanalyse geprüft.

Die ermittelten Ergebnisse lassen die Forderung nach einer ständigen Luftdesinfektion in Operationsabteilungen berechtigt erscheinen.

Die Desinfektion der Luft als isolierte Maßnahme zur Bekämpfung des Hospitalismus in operativen Abteilungen ist nicht ausreichend; als eine zusätzliche Einrichtung ist sie neben organisatorischen und weiteren Desinfektionsmaßnahmen in jedem modernen Operationssaal unerlässlich.

E. Literaturverzeichnis

1. Altevoigt, R. "Untersuchungen über die Beeinflussung von Steppdecken mit synthetischer Faserfüllung durch Wasch- und Desinfektionsmaßnahmen"
Arch. Hyg., 145/1961, 594
2. Asang, E., H. O. Johne "Untersuchungen zur Einwirkung von Schaumgummi auf das Bakterienwachstum"
Münch. med. Wschr. 19/1957, 710
3. Aschenbrenner, R.
H. Eyer, D. Jahn,
Th. Lammers, G. Maurer "Rundfragen"
Münch. med. Wschr. 44/1958, 1681
4. Beer, K. "Staphylokokkeninfektionen"
Schweizerische Rundschau für Medizin, 26/1961, 677
5. Crone-Münzebrock, A. "Zur Problematik des Hospitalismus"
Der Chirurg, 32/1961, 451
6. Delnon, I. "Staphylokokkeninfektionen"
Gynaecologia, 155/1963, 189
7. Freise, H. J. "Praktische Versuche über die Reduktion der Hautbakterienflora bei Anwendung germicider Seife zur Operationsvorbereitung"
Med. Klinik, 51/1956, 184
8. Gierhake, F. W.,
H. R. Schoen "Untersuchungen über die Wirksamkeit praoperativer Haendesinfektionsmethoden"
Der Chirurg, 3/1961, 101
9. Good, H. "Thoraxchirurgie, Rehabilitation und Hospitalismus in den USA"
Verlag der Pressestelle der Bundesversicherungsanstalt für Angestellte

10. Grün, L. "Allgemeines über Hospitalismus und seine Bekämpfung"
Die Therapiewoche, 12/1962, 131
11. Grün, L. "Ueber die additive Wirkung von ultravioletten Strahlen und TAG bei der Luftdesinfektion"
Dtsch. med. Wschr., 31/1965, 1217
12. Grün, L. "Zum Problem der Luftdesinfektion"
Erg. Hyg., 29/1955, 622
13. Grün, L. "Untersuchungen über die bakterizide Wirkung verschiedener zur Luftentkeimung verwendeter Glykole und ihren Wirkungsmechanismus"
Zbl. Bakt., 156/1950, 285
14. Grün, L. "Beiträge zur Wirkungsweise des TAG"
Arch. Hyg., 134/1951, 237
15. Grün, L. "Der Wandel der Infektion in der Chirurgie aus bakteriologischer Sicht"
Langenbecks Arch., 304/1963, 24
16. Grün, L.
E. Steinvorth "Untersuchungen zur Wirkung ultravioletter Strahlen in der Verhütung aerogener Infektionen"
Die Medizinische, 3/1952, 88
17. Hegemann, G. "Der Wandel der Infektionen in der Chirurgie" (Klinische Betrachtungen)
Langenbecks Arch., 304/1963, 30
18. Heim, W. "Die Klinische Bedeutung der Staphylokokkensepsis unter besonderer Berücksichtigung der Prophylaxe und Therapie"
Langenbecks Arch., 287/1957, 86

19. Heiss, W.
M. Schmidt-Mende
"Erfahrungen mit einem neuen
Kaltsterilisationsgerät"
Münch. med. Wschr.,
104/1962, 560
20. Hirsch, H. A.
E. Kanz
"Routinemäßige Desinfektion von
Krankenbetten mit einem
schwachprozentigen Formalin-
spray"
Münch. med. Wschr.,
48/1962, 2348
21. Hofmann, P.
R. Bedacht
"Ueber die Eignung von Radio-
sept zur hygienischen und
chirurgischen Händedesinfek-
tion"
Der Chirurg, 32/1961, 104
22. Kanz, E.
"Ueber die Keimverschleppungs-
wege in Kliniken und Kranken-
häusern"
DSZ, 7/1963, 228
23. Kanz, E.
"Ueber die Keimverschleppungs-
wege in Kliniken und Kranken-
häusern"
DSZ, 8/1963, 265
24. Kanz, E.
"Ueber die Keimverschleppung
und die Möglichkeit ihrer
quantitativen Erfassung"
Münch. med. Wschr., 1/1958, 40
25. Kikuth, W.
"Hospitalismus"
Langenbecks Arch., 287/1957, 65
26. Kikuth, W.
L. Grün
"Luftdesinfektion durch Glykole"
Zbl. Bakt., 157/1951, 144
27. Kikuth, W.
L. Grün
"Zur Frage der Luftentkeimung
mit Glykolen, unter Berücksich-
tigung des Monomethyl-
diaethylenglykols"
Arch. Hyg., 133/1950, 89

28. Kikuth, W.
L. Grün
"Die Verhütung aerogener Infektionen durch Desinfektion der Raumluft"
Zeitschrift für Aerosolforschung und -therapie,
2/1953, 302
29. Kliewe, H.
"Die Bedeutung der Luftdesinfektion für die Verhütung und Bekämpfung ansteckender Krankheiten"
Zeitschrift für Aerosolforschung und -therapie,
3/1953, 452
30. Kliewe, H.
J. Albrecht
"Infektionsprophylaxe auf geburtshilflichen und Säuglingsstationen"
Münch. med. Wschr.,
48/1956, 1645
31. Kliewe, H.
Schneider, R.
"Der Keimgehalt der Luft im Operationssaal"
Dtsch. med. Rundschau,
19/1949, 529
32. Kliewe, H.
Lammers, Th.
"Die chirurgische Händedesinfektion"
Dtsch. med. Wschr. 4/1956, 124
33. Kliewe, H.
E. v. Wasielewski
"Verfahren und Mittel zur Desinfektion der Luft"
Arch. Hyg., 135/1951, 286
34. Kunz, H.
"Neue Formen von Hospitalismus und ihre Bekämpfung"
Langenbecks Archiv, 287/1957, 57
35. Knörr, K.
A. Wallner
"Möglichkeiten zur Bekämpfung des Staphylokokkenhospitalismus"
Dtsch. med. Wschr., 35/1957, 1473
36. Konrad, E.
"Händedesinfektion in Geburtshilfe und Gynäkologie"
Wiener Med. Wschr., 17/1961, 288

37. Lang, G. "Der Bettenbahnhof"
Münch. med. Wschr., 51/1959, 2372
38. Lipp, R. "Die Eigenschaft einer Schaum-
stoffmatratze in krankenhaus-
hygienischer Sicht"
Münch. med. Wschr., 4/1962, 179
39. Linzenmeier, G. "Bakteriologische Probleme der
Antibiotica-Therapie"
Die Medizinische, 12/1957, 1
40. Maassen, W. "Beiträge zur Verträglichkeit
und Wirksamkeit von Luftdesin-
fektionsmitteln"
Zeitschr. für Hyg., 137/1953, 566
41. Maurer, G. "Maßnahmen zur Einschränkung des
Staphylokokkenhospitalismus"
Langenbecks Arch., 287/1957, 80
42. Mosler, W. "Vorkommen von pathogenen Keimen
in modernen Narkosegeräten"
Zbl. Gyn., 11/1961, 432
43. Naumann, P. "Bakteriologische Gesichtspunkte
beim Hospitalismus"
Münch. med. Wschr., 13/1961, 659
44. Reploh, H., H. J. Otte "Lehrbuch der Medizinischen
Mikrobiologie und Infektions-
krankheiten, 1961
45. Schaal, W. "Das Vorkommen von antibiotica-
resistenten Staphylokokken und
ihre Bekämpfung in der Klinik"
Münch. med. Wschr., 35/1956, 1164
46. Schall, L. "Resistente Staphylokokken in
B. Warnecke einer Kinderklinik und ihre
H.-H. Wernicke Bekämpfung"
Münch. med. Wschr., 25/1957, 913
47. Scheck, P. "Zum Problem der Keimbesiedlung
K. Dvorsky von Narkosegeräten"
Zbl. Chir., 21/1962, 898

48. Schmidt, B. "Antisepsis und Asepsis im Wandel der Zeiten"
Langenbecks Arch., 304/1963, 47
49. Schmidt, B. "Verbreitung von Staphylokokken in Krankenhäusern"
Zbl. Bakt. 170/1957, 119
50. Schmidt-Mende, M.
R. Thurmayr "Praktische Maßnahmen zur Verhütung und Bekämpfung des Hospitalismus auf Krankenstationen"
Münch. med. Wschr. 26/1964, 1189
51. Schmidt-Mende, M.
R. Thurmayr "Praktische Maßnahmen zur Verhütung und Bekämpfung des Hospitalismus in Operationsabteilungen"
Münch. med. Wschr. 13/1964, 608
52. Warnecke, B.
H.-H. Wernicke "Bakteriologie und Epidemiologie der resistenten Staphylokokken"
Münch. med. Wschr. 38/1956/ 1274
53. v. Waielewski, E. "Möglichkeiten und Grenzen der Luftdesinfektion bei der Verhütung der Keimverschleppung und bei der Prophylaxe des Hospitalismus"
Therapiewoche, 3/1962, 98
54. Zenker, R. "Wandlungen der Grundlagen operativen Handelns"
Münch. med. Wschr. 1/1958, 28

Herrn Priv. Doz. Dr. Schmidt-Mende
danke ich für die Überlassung des Themas
und die wertvolle Unterstützung bei der
Ausarbeitung. Weiterhin danke ich Herrn
Dr. med. Thurmayr und Herrn Priv. Doz.
Dr. Kanz für die vielen Anregungen und das
stets gezeigte Interesse.

L e b e n s l a u f

Am 13. September 1938 wurde ich als Tochter des Facharztes für Orthopädie, Dr. Hellmut Eckhardt und seiner Ehefrau Gertrud in Ludwigslust/Mecklenburg geboren.

Meine Schulzeit verlebte ich in Wernigerode am Harz und legte dort 1957 an der Gerhart-Hauptmann-Oberschule die Reifeprüfung ab. Seit Juni 1957 lebe ich in der Bundesrepublik.

1958 bestand ich vor dem Schulkollegium Düsseldorf das Zusatzexamen zur Anerkennung der in der SBZ erworbenen Hochschulreife. Im gleichen Jahr begann ich mit dem Studium der Humanmedizin an der Universität zu Köln.

Seit dem SS 1959 studierte ich an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München, bestand dort 1961 die naturwissenschaftliche Prüfung und 1964 die ärztliche Prüfung.

Vom 1. Januar bis zum 30. April 1965 arbeitete ich als Medizinalassistentin an der Chirurgischen Abteilung des Amtskrankenhauses Weidenau/Sieg.

Seit dem 1. Juni 1965 bin ich an der Gynäkologisch-Geburtshilflichen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Traunstein/Obb. tätig.

